LAS FORMACIONES CUATERNARIAS DE LA BAHIA DE PALMA (MALLORCA)

por

A. Muntaner Darder

PROLOGO

Como consecuencia de una serie de visitas que realizamos allá por el año 1947 con Don Juan Cuerda Barceló al Tirreniense de las costas de Levante de Palma, tuvimos pronto ocasión de comprobar que en ellas se encuentra una fauna fósil muy rica en especies e individuos y a la vez, que los yacimientos presentaban una estratigrafía mucho más complicada que la que habían señalado los diferentes autores que estudiaron dicha región.

Ello nos indujo a efectuar a partir de aquel entonces, una larga serie de visitas que nos permitieron vislumbrar su verdadera estratigrafía, así como descubrir nuevos yacimientos y aumentar rápidamente la fauna hasta aquel entonces recogida.

Fruto de estas repetidas visitas fué el iniciar, en equipo con nuestro compañero Cuerda Barceló, su detallado estudio, extendiéndolo a otros puntos de la costa de la isla, e iniciando a partir de 1950, unas veces con su colaboración y otras separadamente, la publicación de una serie de cortas notas sobre el particular.

Atendiendo al deseo expresado por la Sociedad de H.ª Nat. de Baleares –con motivo de la excursión a Mallorca del V Congreso Internacional del INQUA, que se celebrará el presente año en Madrid y Barcelona– de dedicar parte del tomo del Boletín correspondiente al año en curso, al estudio dsl Cuaternario de las Baleares, presentamos en la sesión correspondiente al mes de febrero la presente monografía, en la

que exponemos los resultados de nuestros estudios efectuados hasta la fecha.

Ante todo debemos agradecer a los Dres. Solé Sabarís y F. Hernández-Pacheco, la cordial acogida, así como el estímulo y sabios consejos que nos han prodigado en todo momento. También al Director del Laboratorio Oceanográfico de Palma, Don Miguel Oliver el haber puesto repetidas veces a nuestra disposición los servicios del Laboratorio.

HISTORIA

El conocimiento geológico de los terrenos que se describen en el presente trabajo, comenzó hace poco más de un siglo, al establecerse los primeros jalones de la geología balear por los geólogos que visitaron nuestra Isla, atraídos por su peculiar situación en el Mediterráneo Occidental. El punto de partida lo marca la Memoria de ALBERTO DE LA MARMORA, aparecida en Turín el año 1834 y en la cual al estudiar el Cuaternario, indica que éste ocupa toda la llanura de la parte meridional de la isla, con la particularidad de que en las inmediaciones de la costa está constituído por areniscas con cemento blanco-rojizo o amarillento, generalmente pobres en fósiles, excepto en algunos puntos en que da lugar a un conglomerado de conchas iguales a las de la playa actual. destaca la semejanza de estos terrenos con los que había estudiado en las islas de Cerdeña y Sicilia, así como en las costas de Toscana, especialmente en Liorna.

Seguidamente señala que estas areniscas ocupan bastante extensión al sudeste de Palma, en especial hacia el *Cap Enderrocat*, donde dan lugar a un promontorio cuyos estratos, al parecer dislocados, asoman en diferentes canteras con buzamiento generalmente opuesto a la costa. A la vez que la arenisca cuaternaria de Mallorca adquiere una estructura más compacta a medida que se aleja de la costa, pasando insensiblemente a una caliza de agua dulce, blanco- rojiza, que contiene *Helix* y *Cyclostoma*. Inmediato a las montañas, el cemento de esta arenisca encierra cantos en vez de arenas, y forma un conglomerado sobre el cual se levanta la ciudad de Palma, y al que considera como probablemente más moderno que las areniscas.

En 1883 J. HAIME visita la isla acompañado del zoólogo LACAZE-DUTIHERS. Fruto de este viaje fué su interesante nota aparecida en el boletín de la Société Géologique de France, correspondiente al año 1885.

En esta breve nota dedica al Cuaternario, con carácter más bien paleontológico, un capítulo en el que, después de hacer referencia a la Memoria de La Marmora, da a conocer el yacimiento situado al pie de las Cuevas de La Ermita, el cual, dice, presenta los mismos caracteres que los situados al levante de Palma.

Acompaña a su nota la lista de las 12 especies recogidas, en los citados yacimientos, finalizando su estudio con la bibliografía y área de dispersión de las mismas especies.

A Haime le corresponde pues, el mérito de haber sido el primero que estudió la fauna marina del Cuaternario mallorquín, a la vez que probablemente del Cuaternario de las costas de nuestra patria.

Henri Hermite publica su tesis veinticuatro años más tarde (París, 1879). En ella señala la existencia de una reducida formación lacustre con *Physa Jamei*, Herm. *Melania tuberculata,* Mull. que atribuye al Plioceno, e indica no haber hallado formaciones marinas que puedan referírsele.

Estas formaciones, de las que dimos noticia en un nuevo yacimiento localizado en *Cala Gamba* (J. Cuerda y A. Muntaner, 1950), atribuyéndolo asimismo al Plioceno por su identidad de fauna con la descrita por Hermite, debemos hoy día considerarlas de edad tirreniense, situándolas en un episodio costero lagunar acaecido casi inmediatamente antes de depositarse la terraza del Tirreniense II con *Strombus*. (J. Cuerda y A. Muntaner Darder, 1952).

Hermite reconoce la existencia del Cuaternario marino al Este de Palma, admitiendo para el mismo dos niveles. En el inferior, constituído por los conglomerados citados por Haime, recogió una abundante fauna con *Cardium edule,* Linné, y otras especies vivientes en el Mediterráneo, excepto el *Strombus mediterraneus*, Ducl. = a *S. bubonius*, Lamk. aumentando la lista dada por Haime y citando un total de 26 especies.

Al superior, atribuye las aresniscas calizas citadas por La Marmora, por haber encontrado en ellas numerosos restos de conchas marinas de pequeño tamaño, así como foraminíferos. Este depósito de areniscas en algunos puntos de la Isla lo encuentra hasta una altura de 70 a 80 metros sobre el nivel actual del mar, por lo que supone a la isla afectada en tiempos recientes de un movimiento positivo que dió lugar a la actual situación sobre el mar de dichas formaciones.

Al hablar de los yacimientos situados al Este de Palma, reconoce

a derecha e izquierda del promontorio de la *Torre d'En Pau* los conglomerados marinos con un espesor muy variable, indicando que a un lado y otro del promontorio alcanzan de 1 a 1,50 m., para quedar reducido al pie del mismo a unos 0,20 m. de espesor, e incluso llegar a faltar por completo.

Asimismo destaca que en este paraje, bajo el nivel de conglomerados, aparece una arenisca, a la que llama calizas con *Helix*, idéntica a la que se explota en las canteras del *Coll d'En Rebassa*, hecho que considera una excepción, al haberla siempre encontrado sobre las capas con *Cardium edule*, por lo que a estas últimas las considera como un caso particular de las inferiores del mismo yacimiento.

A una distancia aproximadamente de 1 Km. hacia levante, señala la existencia de unos conglomerados muy fosilíferos con un espesor de unos 2 m. en su parte visible, ya que la inferior desaparece bajo las aguas del mar. Sobre esta formación se extienden las calizas con *Helix*.

Siguiendo la costa y a medio Km. del yacimiento citado anteriormente, señala la existencia, al borde de la costa, de los mismos conglomerados, pero con la particularidad de que en este punto únicamente encierran conchas de bivalvos.

Por su descripción, los yacimientos arriba mencionados, deben de referirse a los estudiados por nosotros y señalados bajo los nombres de Campo de Tiro, localidad «a», y Campo de Tiro, localidad «b».

No deja de ser curioso el hecho de que Hermite, cuya tesis, en lo que a la parte estratigráfica se refiere, es admirable, y cuyas conclusiones aun hoy día son básicas para la mayoría de los puntos estudiados, interpretara como marinas las molasas con *Helix,* fundamentándose en la fauna marina de pequeño tamaño hallada en las mismas, y considerase como aportaciones accidentales las conchas terrestres, cuando en realidad sucede todo lo contrario, tratándose dichas molasas o calizas con *Helix*, de dunas solidificadas, debiéndose por tanto a la acción del viento el transporte y acumulación de restos marinos procedentes de las vecinas playas.

Por otra parte, Hermite debió de visitar muy rapidamente estos parajes, ya que no hace mención de los limos rojos que separan la terraza tirreniense de 4 m. con *Strombus*, de la duna de base en los yacimientos de Campo de Tiro y *Carnatge*. Así como los suelos de alteración que aparecen en las canteras del *Coll d'En Rebassa* alternando con formaciones dunares.

Referente al Cuaternario continental, señala la existencia de aluviones depositados en tiempos recientes, en cuya composición entran principalmente los conglomerados con alternancia de gravas y arcillas, presentando una estratificación muy irregular que denota su origen en cursos torrenciales de gran violencia. Estos conglomerados sobre los cuales se levanta la ciudad, los reconoció en gran parte del llano de Palma, observándolos discordantes sobre el Mioceno de Bellver.

Indica HERMITE, que debido a la falta de restos fósiles y a la configuración del terreno, no ha podido establecer sus relaciones con las calizas de *Helix*.

En el año 1884 aparecen las «Anotaciones Físicas y Geológicas de la Isla de Mallorca» de R. LOZANO, para acompañar, como dice su autor, al mapa geológico de la Isla que publicó en 1883.

Lozano no aporta novedades al Cuaternario, haciendo únicamente referencia a las capas de molasa con *Helix* y los aluviones, los cuales considera más antiguos que las formaciones con *Helix*, e indica que es muy díficil poder encontrar puntos en que exista superposición.

Algunos años más tarde, en 1905, HOERNES publica una interesante monografía sobre los depósitos del terciario reciente del Mediterráneo Occidental. En ella hace referencia al Cuaternario de la zona del *Coll d'En Rebassa* y de cuyas canteras presenta un corte estratigráfico en el que señala; a, *marés* de 5 a 6 m. b, capa de arenisca arcillosa rojo-amarillenta con *Helix* 0,20 a 0,60 m. c, parte superior *marés* de 4 a 5 metros.

Indica HOERNES que el *marés* contiene solamente fragmentos de conchas, lo que señalaría según dicho autor la interposición, debido a una oscilación que dió lugar a un delta, al cual correspondería la capa rojiza. No obstante advierte que esta suposición parece contradecirse con el hecho de encerrar dichas capas, fósiles terrestres en vez de especies marinas.

Dicho autor estuvo a punto de descubrir la verdadera naturaleza de estas formaciones de *marés*, ya que indica que la presencia de especies terrestres, podría dar lugar a la hipótesis de una formación muy irregular de dunas con desigual estratificación. Si bien ello no explicaría la presencia del nivel rojizo horizontal intermedio.

La teoría de la probable presencia de una formación de delta que acepta para el *Coll d'En Rebassa*, no se atreve a aplicarla al resto

de las formaciones de *marés* de la Isla, debido a su altitud, ya que para ello sería preciso admitir que el nivel del mar alcanzó en tiempos cuaternarios unos 300 m. de altura, en contra de lo cual habla la falta de restos marinos en dichas alturas.

L. W. COLLET (1909), se adhiere a las ideas expuestas por HERMITE y HOERNES, y relaciona las formaciones de *marés* con los niveles de playas levantadas de Argel, estudiadas por M. DE LAMOTHE, asimilando al nivel de 100 m. las formaciones con *Helix* que encontramos situadas alrededor de los 80 m. de altitud, en diferentes puntos de la isla.

Atribuye a la terraza de los 30-15 m. las formaciones de la *Cala de Estallencs* y las existentes en algunas Calas, al de 15 m.

Todos estos supuestos niveles señalados por COLLET debemos descartarlos ya que en realidad se trata de formaciones dunares.

GIGNOUX en 1913 publica su conocida obra: «Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du sud et de la Sicile» en la que dedica las pp. 341 a 345 al Cuaternario de Mallorca. Después de un breve comentario sobre las conclusiones de los autores que se habían ocupado de la materia, basándose en las observaciones y muestras que le fueron remitidas por el Prof. FALLOT, señala para el Cuaternario mallorquín:

1.° Capas con *Strombus*, constituídas por conglomerados y areniscas groseras, situadas a poca altura sobre el nivel del mar, entre 1 y 5 metros, que contienen asimismo una especie de *Conus* af. al *C. testudinarius* Mart. Destaca la abundancia en otros yacimientos de *C. saburon* Brg. *C. tuberculatum,* L., *S. gaederopus,* L., *M. trunculus,* L., *T. costatus*, Born., etc. representados por individuos de gran talla con concha gruesa y ornamentación muy desarrollada, que si bien no son especies caraterísticas de las formaciones con *Strombus*, asimismo contribuyen a afirmar el carácter subtropical de esta fauna.

2.—*Marés* o calizas con *Helix*. Contrariamente a las formaciones con *Strombus*, que no sobrepasan de 5 metros, las designadas por HERMITE con el nombre impropio de calizas con *Helix*, y a las que puede aplicárseles, siguiendo a HOERNES, el nombre local de *marés*, éstas se elevan hasta grandes altitudes, siendo idénticas a las areniscas con *Helix* conocidas desde antiguo en las costas de Argel, las cuales fueron estudiadas por LAMOTHE.

GIGNOUX, contra la opinión de los autores que le precedieron, señala el verdadero origen de estas formaciones, considerándolas en

parte, como antiguas dunas consolidadas, en especiall as situa das a mayor altitud. Indica el sincronismo de las formaciones con *Strombus* de las Baleares con las del resto del Mediterráneo Occidental, pero que no obstante, es difícil precisar la altitud del nivel de costa correspondiente a estas formaciones, siendo muy probableque el nivel del mar en que se depositaron no sobrepasase de los 30 ó 35 metros,

Fallot en su notabilísima tesis sobre la Sierra de Mallorca, (París 1922), incluye un interesante estudio sobre el Cuaternario, dedicando especial atención a los aluviones. En él señala la existencia de *marés* en numerosos parajes de la costa S. O. de la cordillera, así como en algunos puntos del litoral N. E. de la misma.

Referente a las formaciones marinas, reproduce las observaciones de Hermite.

En el estudio de los aluviones distingue dos tipos: Aluviones antiguos y aluviones modernos. Bajo el primer tipo agrupa las potentes formaciones de «Quaternaire a galets» descritas por Hermite y cuya extensión señala sobre el mapa geológico que acompaña su tesis.

Estos aluviones los considera como producto de la fusión de numerosos conos de aluvión depositados al pié de la cordillera. e indica que probablemente gran parte de los mismos se debieron depositar bajo la acción de corrientes mucho más importantes que los actuales, *torrents*, cuya procedencia debemos buscarla en regiones más alejadas, actualmente destruídas o hundidas.

Aluviones modernos; Como tales considera las formaciones que rellenan el fondo de numerosos valles entre ellos los de Sóller y Andratx.

Además de estas formaciones señala la existencia de unos conglomerados de edad dudosa, constituídos por elementos muy irregulares y fuertemente cementados, con mayor proporción de gravas y arenas que los tipos citados anteriormente. Estos constituyen gran parte de las colinas de *Campanet*, *Búger*, *Moscari*, *Inca*, cercanías de *Santa María* y alrededores de *Canet*.

Fallot indica que, por presentarse muy cementados, pueden confundirse con formaciones terciarias. No obstante nosotros situamos parte de estos materiales en el Neógeno superior. En las colinas de *Búger* y *Campanet* aparecen discordantes sobre el Burdigaliense de facies lacustre, sin alcanzar el Tortoniense marino del substratum del llano aluvial de la Puebla, del que quizás son en parte coetáneos, mos-

trándase aún afectados por movimientos póstumos que los han basculado en dirección opuesta al llano.

En los alrededores de *Santa Maria* se les puede observar discordantes sobre la misma alineación de Burdigaliense y transgresivos en algunos puntos sobre el Vindoboniense, no acusando a primera vista movimiento alguno.

Finalmente da a conocer la existencia de costras travertínicas y derrubios de pendiente en las zonas calizas.

En una nota titulada «Los cambios de nivel en las Cuevas del Drach y su oscilación rítmica en 40 minutos» el P. LUIS RODÉS (1925), demuestra que las aguas del Lago Martel han estado en tiempos pasados a una altura cerca de metro y medio superior al nivel actual, como puede observarse en una hilera de estalactitas que presentan un abultamiento en un plano transversal paralelo a 1 metro de la superficie del lago.

El menor diámetro de estas expansiones, comparado con el de las que se han formado a la altura del nivel actual, indica, o bien que la permanencia de las aguas al nivel superior fué de menor duración, o bien que por lo menos corrían más aprisa dejando menor cantidad de sales depositadas. El paso de los niveles superiores a los inferiores debió ser anterior al estado actual del lago y relativamente brusco, pues no ha dejado su traza de sales en el trayecto intermedio.

Deduce asimismo que la acumulación del agua estancada en el que hoy, es el Lago Martel, pertenece a una de las fases más modernas de la cueva.

Este estudio del P. RODÉS es muy interesante por cuanto nos sitúa en el nivel de Tirreniense II, sin *Strombus*, que en toda la isla alcanza, como veremos más adelante, unos 2 m. como máximo, y que podemos relacionar con la terraza coetánea existente en la Cala de Porto-Cristo.

G. DENIZOT, publica en 1930 una breve nota mencionando la existencia, a pocos metros sobre el nivel actual del mar, de formaciones con *Strombus*, las cuales refiere al Monastiriense. Ello se basa en que al levante de Palma, entre el *Molinar* y la Batería (*Torre d'En Pau*) los conglomerados con *Strombus* forman sobre la costa un plano inclinado, cuya altura máxima se eleva hasta unos seis metros. Esta formación está recubierta por dunas consolidadas. Destaca el hecho de que en La Batería el final de los conglomerados se acuña con el marés. Cita

varios yacimientos más en la zona de Palma a Andratx y en la costa oriental de la isla, señalando que todas las observaciones efectuadas le inducen a situar las terrazas Monastirienses de Mallorca a una cota próxima a los seis metros.

En el año 1932 E. HERNANDEZ-PACHECO, publicó un interesante estudio titulado «Las Costas de la Península Hispánica y sus Movimientos».

Al hablar de Mallorca señala que la isla durante el Plioceno estaba unida al Continente y la falta de depósitos del Cuaternario inferior, ya que las únicas formaciones del Pleistoceno marino no corresponden al Tirreniense cuando las Baleares estaban separadas del Continente.

En los «Comptes rendus de la Société Géologigue de France» O. MENGUEL, publicó en el año 1934 una nota sobre movimientos cuaternarios en la isla. Cita en las proximidades del Caserío de *Génova* la existencia a unos 100 metros sobre el nivel del mar de unas gravas cementadas con un espesor de 6 a 8 metros que contienen elementos rodados de calizas vindobonienses.

Señala el hecho de que estas gravas horizontales en el extremo sur de la colina, buzan de 3 a 8 grados al norte cerca de la sierra de *Na Burguesa*, o sea, en sentido contrario al que deberían tener si se tratase de un depósito torrencial, procedente de la citada sierra.

Estas gravas dada su situación próxima a los 90-100 metros, las considera como pertenecientes al Siciliense.

Este mismo fenómeno lo encuentra repetido en otros puntos de la isla.

Nosotros consideramos como errónea la clasificación del depósito de estos materiales y los referimos, como a sus semejantes de *Búger*, y *Campanet*, a formaciones continentales probablemente pliocénica- afectadas por movimientos de basculación.

Finalmente en 1946 J. BAUZÁ, publica una breve nota en la que, al referirse a las formaciones marinas, cita el yacimiento que habíamos descubierto en *Magaluf*, estudiando la fauna por nosotros recogida. Asimismo se refiere a los yacimientos de *Torre d'En Pau*, *Camp de Mar* y *Ca'n Picafort*. No aportando novedades sobre la etratigrafía de los mismos y aumentando en una decena el número de especies recogidas por HERMITE.

Como ya hemos indicado en el Prólogo, iniciamos en el año 1950 la publicación de varias notas, algunas de ellas en colaboración con J. CUERDA. Cabe destacar de las mismas, la aparecida en el Boletín de la Soc. de Hist. Nat. de Baleares correspondiente al año 1952, en la que por primera vez se hacía distinción de dos niveles pertenecientes al Tirreniense II, situados respectivamente a 4 y 2 metros sobre el nivel actual del mar. A la vez señalábamos para el conjunto de formaciones del Cuaternario del Este de Palma la siguiente estratigrafía:

a) Dunas de base con gran desarrollo.

b) Margas amarillentas y azuladas en su base con fauna costero lagunar.

c) Arcillas rojizas (limos) con moluscos terrestres.

d) Playas con *Strombus* y dunas coetáneas.

e) Dunas y aportaciones recientes.

Finalizábamos esta nota con la lista de especies recogidas la cual se elevaba a unas 110.

ESTRATIGRAFIA

El conjunto estratigráfico que fijamos en el presente trabajo es el siguiente:

a) Aluviones antiguos de gran potencia.

b) Formaciones marinas de playa a 15-20 mts. sobre el nivel del mar, pertenecientes probablemente al Tirreniense I.

c) Gran duna y suelos.

d) Margas azuladas y amarillentas de facies costero-lagunar de poca potencia con *Melania y C. edule.*

e) Limos rojos con *Helix.*

f) Terraza marina, nivel 4 mts. perteneciente al Tirreniense II.

g) Duna 2.

h) Terraza marina, nivel 2 mts. perteneciente al Tirreniense II.

i) Dunas en proceso de solidificación y formaciones costero-lagunares a escasa altura sobre el mar. Flandriense.

a) **Aluviones antiguos.**

La planicie aluvial de Palma, se extiende formando un amplio abanico al pie de la vertiente S. E. de la Cordillera Norte (ver mapa), estando integrada por la fusión de numerosos conos de aluvión, depositados por los torrentes que descienden de los valles de Bunyola, Puigpunyent y Esporles, así como entre otros de menos importancia, de los collados de Valldemossa y Sóller. Además de este sector principal de alimentación encontramos, pequeños conos de los mismos materiales a la desembocadura de los barrancos que bajan de la región oriental; constituída principalmente por calizas y molasas vindobonienses.

En dirección a la sierra podemos observar que dichos aluviones adquieren su mayor desarrollo y altura hacia el valle de Bunyola, situado al Norte de Palma, lo cual parece indicar que ésta fué la principal vía de aportación, no obstante tener en la actualidad su origen los *torrents* más importantes en la región occidental.

Uno de los muchos problemas que plantean estos aluviones, es el de su procedencia. Fallot llama ya la atención sobre este particular e indica, que no parece factible que puedan tener su origen en los *torrents* actuales, los cuales durante gran parte del año presentan su cauce completamente seco. Este hecho le induce a considerar la posibilidad de que tengan realmente su origen en regiones actualmente destruídas o hundidas, y que las largas escotaduras del Coll de Esporles y Valldemossa no representarían más que la parte inferior de estos valles.

Esta sugerencia del Prof. Fallot la aceptamos en parte, sin embargo debemos señalar que en los cantos rodados no hemos hallado elementos diferentes de los terrenos que integran la Sierra Norte.

Uno de los factores más importantes fueron sin duda las fuertes precipitaciones a que estaba sometida la isla durante parte del Plioceno y Pleistoceno.

La extensión ocupada por la planicie aluvial es considerable ya que alcanza unos 108 $km.^2$

Hasta hace relativamente poco tiempo desconocíamos su potencia real, pero actualmente hemos podido ir recogiendo datos a través de nuestras investigaciones para alumbramiento de aguas, así como por mediación de los sondeos que con tal fin desde hace unos años se vienen efectuando. Esta, según se deduce de los cortes geólogicos de los sondeos representados en las figuras 1 y 2, es de unos 70 a 80 metros. Cifra que nos ha sido confirmada por otros sondeos practicados en la misma región.

Los aluviones, excepto en el sondeo n.° 1 descansan sobre nna formación de molasas que en el centro de la planicie aparecen con bastante regularidad a los -30 mts. La base de los mismos la constituye una potente formación de limos y arcillas arenosas rojizas, bastante calcificadas y que a medida que nos acercamos a la superficie, alternan con capas de conglomerados asimismo muy cementados, finalizando esta sucesión con terrenos de cascajos y gravas muy sueltos intensamente aprovechados para el cultivo.

Como hemos indicado más arriba, en el sondeo n.° 1 no fueron

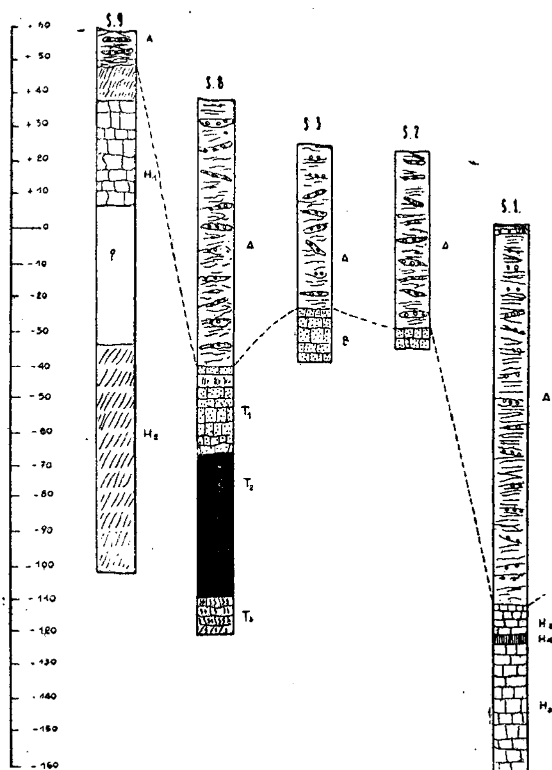


Fig. 1.— Series estratigráficas del llano de Palma. Corte longitudinal.

A, Aluviones pre—Tirrenienses. H¹., Calizas helvecienses. H², Margas amarillas íd. H³, Molasas íd. H⁴, arcillas rosadas. T¹, Molasas tortonienses. T², Margas arenosas azuladas y blanquecinas íd. T³, Calizas oscuras, helvecienses?

atravesados por completo los aluviones hasta alcanzar los −113'5 mts. faltando en su base las molasas y margas azuladas tortonienses de los otros sondeos, por haber sido erosionadas, y descansando directamente en este punto sobre molasas calizas vindobonienses.

En la costa occidental de Palma aparecen los aluviones, formando un acantilado sobre el mar de unos 15 a 20 mts. de altura y en la costa de Levante pierden rapidamente altura, estando recubiertos próximos a la costa por formaciones de dunas y terrazas marinas tirrenienses.

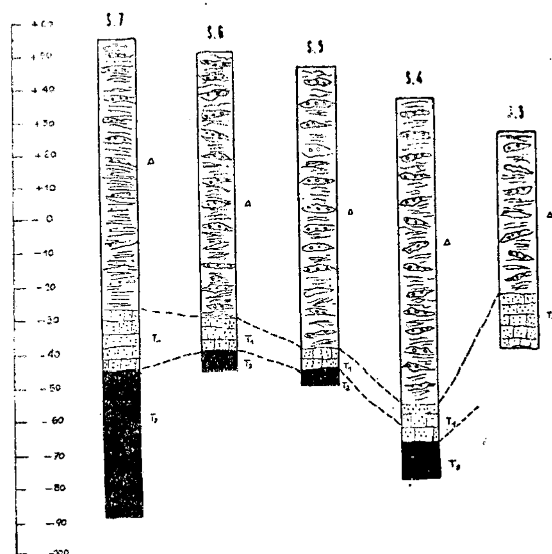


Fig. 2.=Series estratigráficas del llano de Palma. Corte transversal.

A, Aluviones pre-Tirrenienses. T1, Molasas tortonienses. T2, Margas arenosas azuladas y amarillentas íd.

Coetáneas a los mismos son las formaciones existentes en *Cala Major*, *Portals* y *Sa Porrassa-Penyes Rotges*.

Su edad por el momento es imposible de fijar con certeza debido a no haber hallado en ellos restos fósiles, no obstante con toda clase de reservas los atribuímos al Villafranquiense.

b) Formaciones marinas a 25 mts·–Tirreniense I.

En las formaciones situadas en el Levante de Palma, no hemos podido hallar hasta el momento trazas seguras de este nivel. Unicamente en la región del *Arenal* pasada la casa de *Ca'n Vanrell* en dirección al *Cap Arenal*, pueden observarse bajo la gran duna unos asomos de molasas calizas con estratificación horizontal, que contienen frag-

mentos de conchas marinas, en especial en un pequeño nivel rojo fuertemente calcificado, de unos pocos centímetros de espesor que recubren los mencionados estratos y cuya altura visible es de unos 7 mts.

No obstante creemos que estudiando la costa por el mar, sería muy posible el encontrar, cornisas o niveles de playa más altos que se podrían referir con certeza al Tirreniense I.

Pasados los aluviones de *Portals*, y aproximadamente a la altura del km. 12 se puede observar una rasa sobre las dolomías del Triásico que constituye el paraje denominado *Punta des Carregador*. Esta rasa, por estar situada a los 15 mts. de altitud, también la relacionamos con la transgresión del Tirreniense I.

En la península de *Cala Figuera* que cierra la bahía de Palma por el Oeste, el vindoboniense forma cerca del mar una plataforma, sobre la que aparecen unas formaciones cuaternarias, que destacan del conjunto por su color más rojizo.

Esta formación se inicia en su base con unos conglomerados de playa constituídos por elementos arrancados del vindoboniense en los que hemos encontrado unos fragmentos de *Strombus* acompañados de *Pectunculus* y *Spondylus* a unos 20 metros sobre el nivel del mar (*Banc d'Eivissa*), que soportan lechos de limos arenosos calcificados con *Helix*, alternando con formaciones dunares hasta una altura de más de 50 mts. recubiertos en la parte superior por una gruesa costra caliza. La formación se prolonga hacia *Ses Penyes Rotges* en donde descansa sobre aluviones.

A un kilómetro y medio de este punto y frente a los islotes *des Malgrats* existe una pequeña rasa a unos 20 mts. sobre el nivel del mar, formada sobre el Triásico y que relacionamos con las formaciones citadas anteriormente.

c) Gran duna y suelos de alteración.

Esta duna aparece en la base de las formaciones marinas del Tirreniense II y la relacionamos con la gran regresión Riss-Würm. Su potencia real no la podemos determinar, debido a que su base se encuentra en la costa por debajo del nivel del mar. Como referencia en la región de *Ses Cadenes*, tenemos los cortes de los pozos, 19, 20 y 21 (ver mapa).

Pozos	19	20	21
Duna	18 mts.	12 mts.	6 mts.
Arcillas rojas y blancas en la base.	22 »	?	33 »

Otra de las dificultades para evaluar su potencia, son las formaciones de suelos de alteración, que en número de 3 o 4 encontramos en

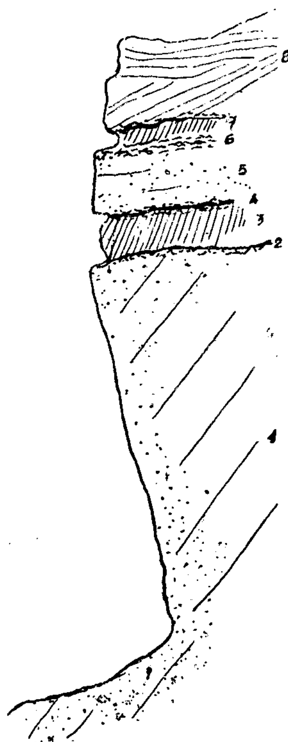


Fig. 3.— Canteras entre Es Carnatge y Son Mosson.

1, Gran duna. 2, Suelo de alteración equivalente al n.° 3 de Campo de Tiro (loc. a.) 4, Limos rosados equivalentes al n.° 7 de íd. 5, Duna flandriense.

las canteras, alternando con formaciones dunares (ver fig. 3 y 4, lám. VI fots. 1 y 2), los cuales no sabemos si son todos coetáneos a la formación de la misma.

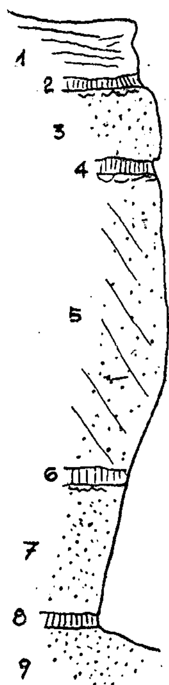


Fig. 4.– Canteras de Ses Cadenes.

1, Duna flandriense. 2, Suelo parduzco con abundantes *Helix*. 3, Duna 2? Suelo rojizo. 5, Duna 1? 6, Suelo rojizo. 7, Duna 1? 8, Suelo grisaceo con *Helix*. 9, Duna 1?

Estos suelos de alteración indican un cambio de clima probablemente más cálido y húmedo, que alteró la parte superior de la duna recién formada y permitió un mayor desarrollo de populaciones de *Helix*.

Todas estas formaciones dunares, excepto la duna 2, de la que hablaremos más adelante, acusan una constancia del régimen de vientos que debían soplar del suroeste.

d) Margas azuladas y amarillentas de facies costero-lagunar con *Melania* y *C. edule.*

Estas formaciones las encontramos en las zonas más bajas y algo apartadas de la costa, excepto en *Cala Gamba* El hallazgo de afloramientos de dichos terrenos es muy difícil, debido a que generalmente están recubiertos por materiales recientes o arcillas verdosas. En los puntos en que las hemos podido estudiar (ver mapa sondeos, 10-11-12-13-14-15.16-17-18) la parte superior de las mismas consiste generalmente en una capa de unos pocos centímetros de espesor de caliza gris muy dura que encierra una fauna casi exclusivamente de agua dulce con *Melania tuberculata* Müll, y *Lymnaea ovata.* Drap., la cual se presenta cuarteada en forma de losas, a las que siguen margas grisáceas y amarillas con fauna más salobre, finalmente, un conglomerado arenoso; bien cementado de conchas de *C. edule*, muy decalcificadas.

Esta sucesión nos señala que se debió depositar en lagunas cuyas aguas, en principio más salobres, fueron perdiendo su salinidad, terminando por desecarse debido a una regresión de un nivel marino cuya correspondencia es por el momento difícil de precisar.

Este episodio costero lagunar, si bien lo debemos situar antes de la transgresión del nivel de 4 mts. perteneciente al Tirreniense II, es posterior a la formación de la gran duna como lo demuestra el yacimiento de *Cala Gamba* del que hablaremos más adelante.

e) Limos rojos con *Helix.*

Estos sedimentos característicos de un clima cálido y húmedo, son debidos al arrastre y acumulación por las aguas, de los suelos formados sobre la gran duna los cuales fueron depositadas en las partes más bajas, que coincidían con las hondonadas existentes entre las dunas o las antiguas formaciones costero-lagunares ya desecadas en aquellos tiempos.

Su espesor no suele sobrepasar de los 2 mts. y únicamente en las cercanías de las casas del *Carnatge*, aparecen en parte cubiertos por las aguas del mar.

f) Terraza marina, nivel 4 mts. con *Strombus*, Tirreniense II.

Esta terraza está constituída en su base por un cordón litoral de cantos rodados cementados, a los que siguen sedimentos arenosos groseros, asimismo cementados. Sus restos los encontramos en la actualidad a diferente altitud hasta un máximo de 4 a 5 metros, recubiertos por una costra rojiza.

En su facies de conglomerados, se extienden a lo largo de todo el sector del Molinar, con 1 m. de altura, (ver lámina VII, fot. 1), hasta Las Rocas donde alcanzan hasta cerca de los 2 mts.

La poca altura de la terraza en este sector es debida a que la parte superior de la misma, que deberíamos encontrar más hacia el interior, ha sido destruída por completo.

Desde la Torre d'En Pau hasta el Arenal, únicamente encontramos la facies arenosa, interrumpiéndose frecuentemente la terraza. Si bien en muchos puntos es debido a la erosión, asimismo sospechamos la posible existencia de movimientos locales en la costa, aunque de poca amplitud.

En la región occidental de la Bahía, Palma Nova y Magaluf, la terraza presenta estas mismas características.

De este nivel en la bahía de Palma conocemos los siguientes yacimientos: Cala Portitxol, Molinar-Rotlet, Las Rocas, Torre d'En Pau, Campo de Tiro (loc. a), Carnatge, Arenal, Palma Nova y Magaluf.

Y en el resto de la isla: Peguera y Camp de Mar (en la región occidental), así como otros, dudosos: Canyamel y Cala Ratjada, (en la oriental), Ca'n Picafort (Bahía de Alcudia), Es Mal Pas (Bahía de Pollensa), y Sóller.

El número de especies halladas en este nivel arroja la cifra de 94, la mayoría de las cuales han sido recogidas por J. Cuerda Barceló, cuyo detallado estudio se publica en las páginas de este mismo Boletín.

Entre estas especies cabe destacar por su carácter de extintas actualmente en el Mediterráneo o en vías de franca regresión, las siguientes:

Conus (*Chelyconus*) *testudinarius,* Mart.
Tritonidea (*Cantharus*) *viverrata,* Kiener.
Triton (*Cymatium*) *costatus*, Born. var. *minor,* Segre.
Ranella (*Bufonaria*) *scrobiculata*, Linné, var. *trinodosa-nodulosa* Bors.

Strombus bubonius, Lamark
Natica (Mamilla) lactea, Guild.
Mytilus (Hormomya) senegalensis, Reeve.
Arca (Acar) plicata, Chemnitz.
Cardita (Beguina) senegalensis, Reeve.
Patella (Costatopatella) ferruginea, Gmel.

g) Duna 2

Esta duna corresponde a una regresión, cuya amplitud desconocemos, que separa las dos terrazas del Tirreniense II en Mallorca.

Aunque no hemos podido observar claramente en un punto determinado esta disposición, podemos afirmar tal extremo, basándonos en los siguientes puntos:

1.° En que, en Camp de Mar, encontramos unos retazos de la terraza del nivel de 2 mts. englobando fragmentos arrancados de alguna duna próxima, la cual forzosamente debe de ser la que recubre el nivel de 4 mtrs. con *Strombus* en la Illeta, y cuya base, al igual que en la costa próxima, la constituyen aluviones, faltando la gran duna.

2.° Por el hecho de haber mediado forzosamente una regresión entre ambos niveles, ya que el de 2 mts. (Campo de Tiro, loc. b) en su base encierra fragmentos arrancados de la formación anterior, (ver lám. X, fig. 2) indicando ello, que antes de depositarse el segundo nivel, la terraza ya estaba emergida y fosilizada.

Esta duna presenta estratificación entrecruzada, (ver lám. XI, fot. 2), y en sus coetáneas de Capdepera fué hallado en 1956 un esqueleto semi-completo de Myotragus balearicus. Bate.

H) Terraza marina nivel 2 mts, con fauna regresiva. Tirreniense II

Esta segunda terraza se presenta a una altitud bastante constante, comprendida entre los 1,50 y 2 mts. En algunos yacimientos sus sedimentos contienen en la base, según llevamos indicado al hablar de la duna 2, fragmentos de lumaquella y de molasa con fósiles marinos, procedentes de la destrucción de parte de la terraza anterior. Superpo-

niéndose en algunos puntos sobre las partes bajas del citado nivel de 4 mts., como acontece en el yacimiento de Campo de Tiro (loc. b).

Este nivel es más constante, a lo largo de las costas de la isla, que el anterior, correspondiendo a la bahía de Palma los siguientes yacimientos: Fca. de Gas y Electricidad, Cala Gamba (parte superior), Campo de Tiro (loc. B), Cueva de «Sa Gata», La Pineda, Cala Estància, Ses Fontanelles, y Son Fangos. Y al resto de la isla: Playa del Trenc (sur de la isla), Canyamel y Cala Agulla (región oriental), Ca'n Picafort y Aucanada (bahía de Alcudia), Es Morer Vermell y Es Barcarets (bahía de Pollensa), y Camp de Mar.

Su fauna acusa una notable regresión de las especies de mar cálido, no habiendo hallado en él *Strombus*, salvo algún que otro ejemplar probablemente rodado del nivel anterior.

El número de especies recogidas en este nivel suman un total de 125, de las cuales la mayoría han sido recogidas por J. Cuerda Barceló, y de cuyo estudio publica una interesante monografía en el presente Boletín (*) Lista de especies características, pero eon marcada regresión, que aún persisten en el mismo:

Tritonidea (*Cantharus*) *viverrata*, Kiener.
Mytilus (*Hormomya*) *senegalensis*, Reeve.
Arca (*Acar*) *plicata*, Chemnitz.

I) Dunas en proceso de solidificación y formaciones costero-lagunares a escasa altura sobre el mar.

Estas dunas presentan una morfología muy propia y se distinguen fácilmente de las más antiguas, por la marcada estratificación entrecruzada de sus elementos, mucho más groseros que en las anteriores, y fácilmente disgregables. A la vez que por sus tonalidades más oscuras. (ver láms. VI fot. 1, y IX fot. 2).

Estas dunas las encontramos siempre relacionadas con la proximidad de formaciones pertenecientes al nivel de 2 mts. y su depositación fué debida a la regresión pre-Flandriense.

(*) «J. Cuerda Barceló». – Fauna Tirreniense de la Bahía de Palma (Mallorca). Bol. Soc. H.ª Nat. de Baleares. Tomo III, fasc. 1-3. 1957.

Las formaciones costero-lagunares están representadas por limos y arcillas verdosas o azuladas que alcanzan hasta poco más allá de 1 m. de altitud sobre el nivel actual del mar, y contienen numerosas conchas de *C. edule* de concha frágil.

En sus puntos más bajos y durante la estación invernal se forman zonas pantanosas, hoy día muy reducidas debido en parte a las obras de canalización y desecación llevadas a cabo hace más de un siglo. No obstante, en tiempos históricos estas formaciones debían estar a más bajo nivel que el actual, ya que, según testimonio escrito en 1114 la escuadra de la Cruzada Pisano-Catalana efectuó un desembarco cerca del caserío de Sant Jordi.

Al decir de una crónica de la época (*) «*había un pinar en un espacioso arenal, distante unas 6 millas de la Ciudad hacia levante, donde una laguna* y *el mar forman dos ensenadas a levante y poniente, que ofrecen seguro asilo en aquellas selvas*».

Algo parecido sucede con el resto de las lagunas costeras de la Isla, llamadas en el país «salobrars». Así como en las cercanías de Alcudia, (antigua Pollentia de los romanos), en que según testimonios recogidos, los amarraderos para las embarcaciones tallados en la roca, y con una antigüedad por lo menos de cerca dos milenios, distan hoy del mar unos 600 mts. El espacio ocupado en aquel entonces por las aguas del mar hoy aparece cegado por arenas y limos, que hasta hace pocos siglos daban lugar a zonas pantanosas casi perennes.

Estos hechos parecen indicar un pequeño levantamiento de la costa en tiempos muy recientes.

(*) M. Alcover S. J. – El Islam en Mallorca.—Palma de Mallorca 1934.

DESCRIPCION DE LOS YACIMIENTOS DEL TIRRENIENSE II

SECTOR PALMA.

Baluarte de Chacón-Portella.-

Esta localización es la más occidental de las del Levante de la bahía de Palma y su extensión queda reducida a unos asomos de molasas (duna?) depositadas sobre los aluviones, visibles ellas al pie de la carretera de Ronda los días debaja mar, por dar lugar a un extenso bajo.

Fábrica de Gas y Electricidad.-

Este yacimiento fué descubierto en el año 1953, en el transcurso de unos sondeos efectuados para alumbrar aguas subterráneas. Bajo un recubrimiento de escombros y escorias de la propia fábrica, atravesóse una formación marina de facies muy litoral, que incluía una reducida fauna, cuyos ejemplares se presentaban generalmente rodados, así como descalcificados, debido a la activa circulación de aguas subterráneas.

La estratigrafía del mismo, así como la de los terrenos adyacentes la indicamos en la fig. 5.

El conjunto de la formación marina se caracteriza por la poca consistencia de los elementos que la constituyen, así como por las especies encontradas, entre las cuales cabe destacar: *Tritonidea viverrata*, Kiener, faltando el *Strombus bubonius* Lamarck. Por todo ello, nos inclinamos a considerarlo como perteneciente al nivel de 2 mts. del Tirreniense II.

Estas perforaciones, de las que guardamos en nuestras colecciones, testigos, han sido una magnífica oportunidad para estudiar las

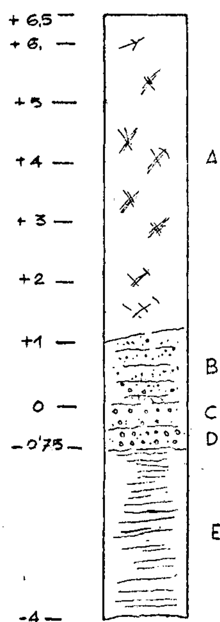


Fig. 5 = Sondeo de la Fábrica de Gas y Electricidad.

A, Rellenos actuales B, Arenas marinas. C Arenas con cantos rodados de playa y conchas marinas id. D, Cantos rodados de playa E, Limos arenosos rojos.

facies y espesores del cuaternario. Uno de los extremos resueltos ha sido la relación existente entre los aluviones y las terrazas marinas, demostrando que éstas se depositaron posteriormente a los aluviones.

SECTOR MOLINAR DE LEVANTE.-

Lo integran las siguientes localizaciones. Punta Bateria, Cala Portitxol, Portitxolet y Rotlet, quedando interrumpido en la desembocadura del *Torrent Gros*.

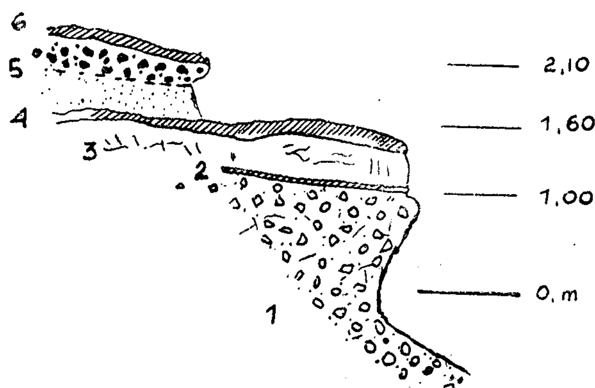


Fig. 6.– Punta Batería (Cala Portitxol).

1, Aluviones cementados pre-Tirrenienses. 2, Costra rojiza. 3, Limos calcificados. 4, Costra rojiza. 5, Tirreniense con *Strombus*. 6. Costra rojiza.

Punta Batería.–

El primer asomo de Tirreniense, se encuentra situado en la parte inferior de la punta que cierra la entrada por el Oeste de la Cala. Su extensión visible es muy reducida, debiendo proseguir bajo el subsuelo de las edificaciones próximas.

La terraza se alza hasta poco más allá de 2,5 mts. y descansa sobre una formación continental, cuyo detalle expresamos en la fig. 6.

Molinar-Rotlet.–

El litoral de este tramo de costa, se halla constituído por una terraza Tirreniense, a base de un conglomerado muy cementado (ver fig. 7 y lámina VII, foto 1). Su altura sobre el mar, generalmente no sobrepasa de un metro y se extiende cerca de un kilómetro y medio sin apenas penetrar en el interior, ya que hemos examinado varios pozos a menos de 150 mts. de la costa y a pesar de estar excavados por debajo el nivel del mar, únicamente han atravesado aluviones.

Esta terraza es extraordinariamente rica en *Strombus*, de los que

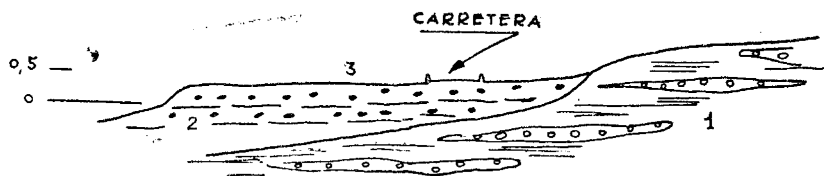


Fig. 7.– Molinar - Rotlet.

1, Aluviones pre-Tirrenienses. 2, Terraza con *Strombus*. 3, Costra rojiza.

se encuentran algunos ejemplares de talla excepcional y grandes *Conus* af. al *C. testudinarius*, Martini, asociados con otras especies también senegalenses; presentando la terraza un recubrimiento de costra rojiza muy dura. Debido a estos factores la consideramos perteneciente al nivel de 4 mts. del Tirreniense II con *Strombus*.

SECTOR COLL D'EN REBASSA

Comprende los yacimientos de Las Rocas, Torre d'en Pau, Cala Gamba, Campo de Tiro y Carnatge.

Las Rocas.–



Fig. 8.– Las Rocas.

1, Gran duna. 2, Nivel rojizo con *Helix* y *Melania*. 3, Conglomerados con *Strombus*. 4, Arenas marinas. 5, Costra rojiza.

Pasada la *Ciudad Jardín*, en la colonia de las Rocas, hacen su aparición las formaciones dunares, que se extienden hacia el interior y sobre las cuales se ha edificado el caserío del *Coll d'En Rebassa*.

Sobre la gran duna, cuya base se hunde en el mar, para elevarse no lejos de la costa (Fortín) hasta unos 12 mts., encontramos en algunos puntos retazos de formaciones de limos rojos que contienen ejemplares de *Iberellus minoricensis*,, Mitre, *Lymnaea ovata*, Drap., *Melania Tuberculata*, Müller. Estas dos últimas especies de aguas salobres fueron sin duda aportadas por el viento o arrastradas por cursos de agua, indicándonos la existencia, anteriormente al Tirreniense con *Strombus*, o, por lo menos ya en sus principios, de pequeñas lagunas con aguas más o menos dulces.

Sobre estas formaciones de dunas y limos rojos, encontramos depositados directamente los sedimentos de la transgresión del nivel de 4 mts. del Tirreniense II, que se inician con la depositación de elementos groseros de tipo Molinar, los cuales alcanzan un promedio de 3 a 4 cm. de diámetro (ver fig. 8 y lám. VII, foto 2). A estos sedimentos siguen otros más finos, que debieron sedimentarse en un mar menos profundo y más tranquilo, apareciendo en ellos las conchas poco rodadas.

Próximo a este lugar, y junto a la caseta-varadero, se observa un pequeño rellano del cantil que forma la gran duna, un retazo de dicha playa con conglomerados situada a unos dos metros sobre el nivel del mar, la cual se prolonga durante un buen trecho y descansa en algunos puntos sobre la débil formación de limos rojos (ver fig. 9). Sobre estos

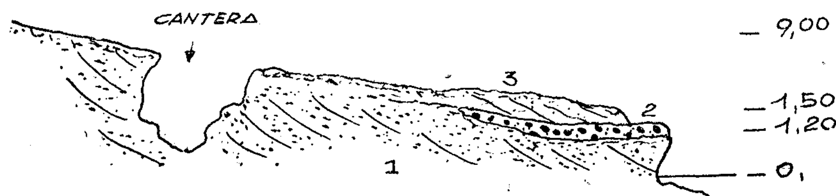


Fig. 9.– Las Rocas - Torre d'En Pau.

1, Gran duna. 2, Terraza con *Strombus*. 3, Duna 2.

conglomerados se extiende la duna 2, cuya base desaparece asi mismo bajo las aguas del mar y encierra abundantes ejemplares de *Iberellus minoricensis*, Mitre.

Pasados los yacimientos de Las Rocas y antes de llegar al Fortín, existe una trinchera excavada junto al mar, en la que pueden observarse la siguiente sucesión:

Gran duna, con una cota de más de dos metros

Limos rojos con un espesor de 25 cm.

Duna 2 con una potencia de dos metros y una débil costra.

Fortín de Torre d'En Pau.–

A unos doscientos metros hacia Levante, al pie del antiguo fortín de *Torre d'En Pau* (Telégrafo Optico de Hermite), existe una pequeña rasa sobre la gran duna con restos de terraza marina y limos rojos, sobre los cuales se depositó el nivel de 4 mts. y del cual no existen apenas sedimentos, encontrándose los ejemplares incluídos en la parte alta de los mismos, cuya cota más alta es de unos 3,5 mts. sobre el nivel del mar.

Relacionando este nivel con su coetáneo de Las Rocas, observamos: que existe un notable descenso de la capa de limos rojos y la terraza con *Strombus*, pasando en un breve trecho de 3,5 mts. sobre el mar (Fortín) a 1,20 y 0,90 mts. (Las Rocas); así como en la trinchera de que hemos hablado, los limos rojos a pesar de estar solamente a unos + 2 mts., no están recubiertos por la mencionada terraza de 4 mts., lo cual nos induce a pensar en la existencia de movimientos locales de poca amplitud en la costa, más que a la acomodación de los sedimentos durante su depósito, a la topografía submarina. Casos parecidos a éste ocurren en Campo de Tiro y *Carnatge*.

Cala Gamba.–

Este yacimiento es interesante por su fauna y su estratigrafía, la cual pertenece al llamado Plioceno lacustre por Hermite.

Inmediato al yacimiento anterior y en una amplia depresión en la gran duna, que da lugar a la referida cala, pueden observarse sobre ella las margas arcillosas sabulosas, que en su base tienen una tonalidad azulada pasando gradualmente a amarillenta en su parte alta.

Su fauna la constituye principalmente *Melania*, *Paludestrina* y *Cardium edule*, L. de concha frágil, especies todas ellas de aguas de poca salinidad.

El hecho de que los estratos superiores de la gran duna contengan restos de margas azuladas e incluso algún ejemplar de *Melania* nos induce a considerar dichas margas, como depositadas directamente sobre la citada gran duna, cuando ésta estaba aún en proceso de solidificación.

Este episodio costero-lagunar debió tener corta duración y sus sedimentos prontamente fueron colmados por limos rojos y posteriormente atacados e invadidos por la transgresión tirreniense, correspondiente a la terraza de 3,5 mts. del Fortín de *Torre d'En Pau*.

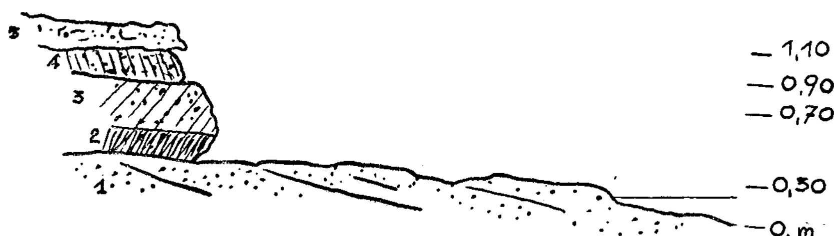


Fig. 10.– Cala Gamba.

1, Gran duna. 2, Margas arcillosas azuladas, con *Cardium edule* L. y *Melania*. 3, Id amarillentas. 4, limos rojos removidos conteniendo fauna marina. 5, Tirreniense nivel. 2 m. con elementos rodados de la terraza de 4 m.

Después, debido a una segunda transgresión (nivel de 2 mts), debió destruirse dicha terraza, ya que no encontramos trazas seguras de la misma.

En los sedimentos del nivel de 2 mts. que recubren las margas lacustres y limos se encuentra una fauna muy rica, la cual acusa una notable regresión de las especies de mar cálido, presentándose entremezclada con la parte superior de las citadas formaciones costero lagunares (ver fig. 10) y englobando fragmentos arrancados de la terraza anterior.

Campo de Tiro.-

Pasado el promontorio que cierra por levante *Cala Gamba*, se inicia el paraje denominado Campo de Tiro, el cual se prolonga hacia las casas del *Carnatge*. En este paraje es donde mejor pueden observarse las dos terrazas del Tirreniense II, así como sus relaciones estratigráficas y a la vez el complejo de limos y formaciones dunares que les acompañan.

Para el mejor estudio de este paraje, hacemos una subdivisión.

Localización A.

Terraza del Tirreniense II nivel 4 mts.

Sobre la gran duna que constituye el citado promontorio se extienden unos sedimentos de limos arenosos amarillentos, estériles, muy parecidos por su aspecto a las formaciones con *Melania*, de *Cala Gamba*, sobre los que encontramos depositados limos rojos que contienen *Helix* y algunos nódulos calizos y presentan su superficie rubificada y

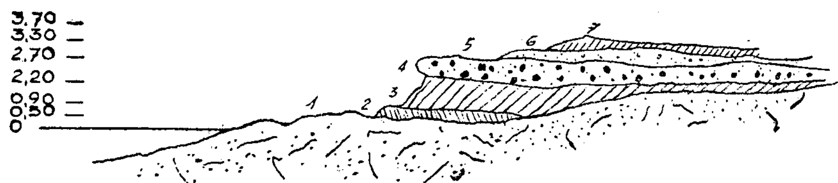


Fig. 11.– Campo de Tiro loc. a: Nivel 4 m. con *Strombus*.

1, Gran duna con costra rojiza. 2, Limos arenosos amarillentos estériles 3, Limos rojos con *Helix* y costra rojiza. 6, Arenas cementadas (Duna?) con elementos rodados y *Helix*. 7, Limos rosados con costra rojiza.

cuyo espesor es de unos 2 metros como máx. Apoyada sobre los limos rojos se encuentra depositada la terraza marina del nivel de 4 metros con sedimentos arenosos de playa, (ver Lámina VIII) faltando los cordones litorales de cantos rodados que encontramos en los yacimientos

que hemos descrito del Molinar y las Rocas y encerrando una rica fauna de mar cálido en la que abundan además del *Strombus* muchas otras especies senegalenses así como grandes *Patellas* las cuales tienden a encontrarse situadas en la parte más alta de la terraza, que aparece recubierta por una costra rojiza de unos pocos centímetros de espesor.

En algunos puntos sobre esta terraza se observan sedimentos arenosos que contienen especies marinas de pequeño tamaño, entremezcladas con conchas de moluscos terrestres, así como algunos cantos rodados.

La relación exacta de estos sedimentos con la terraza marina sobre la que se apoya no es muy clara, tratándose quizás de restos de la duna 2 y sobre ellos encontramos una formación de limos rosados con muy poco espesor.

El corte estratigráfico de estas formaciones lo señalamos en la figura 11.

Localización B.

Terraza del Tirreniense II, nivel 2 mts.

Poco antes de llegar a las casas llamadas del *Carnatge* la terraza del nivel 4, continuación de la anterior, se encuentra fuertemente erosionada y transgresiva; sobre ella encontramos la terraza marina correspondiente al nivel de 2 mts. (ver lámina IX, Foto 1 y fig. 12), cuya base la constituyen trozos arrancados y cementados del nivel anterior.

Sobre esta base y en suave declive hacia el mar, descansan una serie de lechos de gravas y arenas coronados por una formación de cantos rodados de pequeño tamaño, (ver lámina X, Foto 2).

La fauna que incluyen estos lechos está constituída casi exclusivamente por bivalvos, en especial *Cardium* y *Pectunculus*, faltando el *Strombus*.



Carnatge

En esta localidad la terraza de 4 mts. del Campo de Tiro (loc. a) aparece a menor altitud y los limos rojos sobre los cuales se asienta se muestran, en algunos puntos, parcialmente cubiertos por las aguas del mar.

Fig. 12.– Campo de Tiro (loc. b). Nivel 2 m.

1, Limos rojos. 2, Tirreniense nivel 4 m. 3, Fragmentos rodados y cementados de la terraza anterior. 4, Alternancia de gravas y cantos rodados de playa, del nivel tirreniense de 2 m.

Los sedimentos de la misma son más groseros e incluyen arenas gruesas y gravas, lo cual indica que debieron depositarse en la fase regresiva de la mencionada terraza.

REGION DE CA'N PASTILLA

Comprende los siguientes yacimientos: *Son Mossón*, Cueva de «*Sa Gata*», *Cala Estància*, *Ses Fontanelles* y *Son Fangos*, pertenecientes todos ellos al nivel de 2 mts.

Cueva de Sa Gata.

Cueva de *Sa Gata*. Este yacimiento tiene especial interés por tratarse del único de esta clase que hemos podido estudiar. Dicha cueva se abre en la gran duna situada entre *Son Mossón* y *La Pineda*, y en su interior, parcialmente invadido por las aguas del mar, aparecen a lo largo de las paredes unas incrustaciones de arenas con fauna marina de pequeño tamaño, que nos han proporcionado fragmentos de *Tritonidea*

viverrata, Kiener. y varios ejemplares de *Mytilus senegalensis,* Reeve. Estas incrustaciones y brechas así como perforaciones de Litófagos, se encuentran situadas a unos 2 mts. sobre el nivel de las aguas.

La Pineda

Sobre la terraza del nivel inferior, que se presenta junto al mismo borde de la costa, muy destruído, hemos encontrado unas formaciones de arenas gruesas entremezcladas con trozos arrancados del citado nivel inferior y limos rojos de la misma procedencia.

La fauna recogida en estas formaciones es la típica del nivel de 2 mts. No obstante debemos señalar la presencia de un banco de Litorinas aproximadamente a 1,60 mts. del nivel del mar.

Ses Fontanelles y Son Fangos.

Ambos yacimientos ofrecen la particularidad de encontrarse algo distantes del mar, (unos 600 mts.), No se encuentran cerca de los mismos restos de la terraza de 4 mts. Sus sedimentos en el primero consisten en una serie de lechos arenosos repletos de conchas trituradas y especies de pequeño tamaño, con buzamiento al mar. Sus partes bajas estan recubiertas por las arcillas verdosas y azuladas con *C edule* del Flandriense.

En lo que al segundo se refiere, aparece a lo largo del camino que conduce a *Ses Cadenes,* recubierto por arenas actuales y terrenos de labor hasta las cercanías de La Porciúncula, en que debe de descansar sobre la duna 2, que se explota en varias canteras de aquel paraje y es facilmente distinguible de las dunas más antiguas, que son explotadas en *Ses Cadenes*, por la falta de niveles rojizos y presentar sus sedimentos un color blanquísimo.

La fauna recogida en este yacimiento es casi toda exclusivamente a base de *C. edule* de concha bastante gruesa y *Loripes lacteus* por Poli.

Arenal

El yacimiento de *S'Arenal* se inicia junto al puertecito de dicho caserío, extendiéndose hasta cerca del *Cap Enderrocat.*

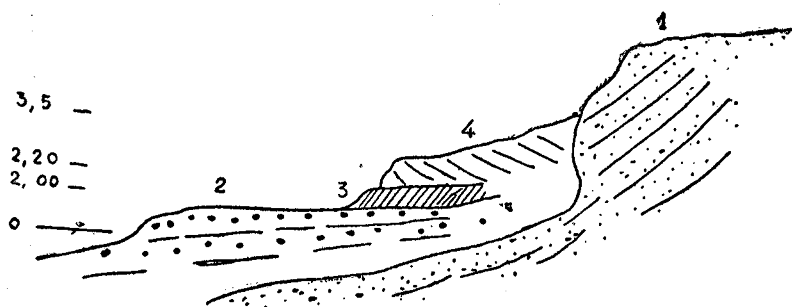


Fig. 13.– S'Arenal «Es Fornás».

1, Gran duna. 2, Terraza tirreniense con *Strombus*. 3, Limos rosados. 4, Duna 2.

Al borde de la costa en este sector se observa un antiguo acantilado tallado generalmente en la gran duna y más raramente en unos asomos de molasas calizas con fauna marina, cuyos estratos conservan una perfecta horizontalidad y están recubiertos por una débil capa de limos rojos muy calcificados con restos de fauna marina. Estos lechos horizontales y aun más los limos rojos, podrían ser restos de la terraza de Tirreniense I, que en este punto estaría situada a unos 7 mts. de altitud, y recubierta por la gran duna.

Depositados al pie de este antiguo acantilado, encontramos los sedimentos de la terraza del nivel de 4 mts. del Tirreniense II, recubiertos por una débil capa de limos rosados y la duna 2. (ver figura 13 y lám. XI fig. 1 y 2), la cual desde el embarcadero con una altura de 1.50 m. va ascendiendo hasta *Ca'n Vanrell* en donde alcanza los 2,50 mts.

SECTOR ORIENTAL

Toda la costa de este sector es pobre en yacimientos de playas tirrenienses, siendo los más importantes los de *Palma Nova* y *Magaluf*.

Palma Nova

En la playa situada entre las urbanizaciones de *Palma Nova* y *Sa Torre Nova*, aparecen unos restos de terraza marina situados a poco más de 1 m. sobre el mar, (ver fig. 14) depositados al igual que



Fig. 14.– Palma Nova, junto a Punta Nadala.

1, Gran duna. 2, Limos rojos con *Helix*. 3, Tirreniense nivel 4 m. con *Strombus*. 4, Cantos rodados marinos recientes. Flandriense?

sus contemporáneos de Campo de Tiro (loc. a), sobre limos rojos. En ellos hemos encontrado varios ejemplares de *Strombus* así como *C. testudinarius*. Mart.

Magaluf

Las formaciones de los bajos niveles tirrenienses se extienden en este paraje desde las cercanías de la desembocadura de la acequia del *Salobrar de Sa Porrassa* hasta el final de la playa actual. En la zona



Fig. 15.– Magaluf.

1, Aluviones pre-Tirrenienses, 2, Tirreniense nivel mts. con *Strombus*. 3, Arenas estratificadas con *Helix*, duna 2?

más próxima al canal, sobre unos limos rojos muy calcificados aparecen unos sedimentos de palya de unos 60 cm. de espesor constituídos por arenas y gravas, con pequeñas especies marinas, que consideramos pertenecientes probablemente al nivel de 2 mts.

En el extremo de la ensenada opuesto al anterior yacimiento, se encuentra una pequeña terraza perteneciente al nivel de 4 mts. (ver fig. 15), que se halla depositada sobre conglomerados y recubierta por una formación de duna 2. que contiene cantos rodados en pequeña proporción.



RESUMEN

En el presente trabajo se estudian las formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma, cuya estratigrafía es en conjunto la siguiente; En la base una potente formación de aluviones de edad imprecisa que encontramos en: el «Llano de Palma», «Cala Major». «Portals» y «Penyes Rotges», y que pertenecen probablemente al Villafranquiense. Estos depósitos alcanzan en el «Llano de Palma» una potencia media de 70 a 80 mts., excepto en la misma costa en que llegan a los 112 mts.

Posteriormente a la depositación de estos aluviones, encontramos unas formaciones de playa situadas a unos 20 mts. en el «Banc d'Eivissa», y visibles hasta 7 mts. en «S'Arenal», así como unas rasas a 15 mts. en «Pta. des Carregador» y a 20 mts. frente a los islotes de «Es Malgrats». Formaciones que probablemente pertenecen al Tirreniense I.

Al Levante de Palma se encuentran muy bien desarrolladas las formaciones del Tirreniense II. En esta zona, sobre una gran duna cuya base se hunde en el mar, aparecen depositadas en sus partes bajas, unas margas azuladas y amarillentas con *Melania y C. edule* que señalan una facies costero-lagunar. Sobre estas margas y como consecuencia del arrastre de suelos de alteración formados sobre la gran duna, se encuentran unas formaciones de limos rojos de más de 1 m. de potencia, en las que descansa la terraza del nivel de 4 mts.

Después de depositada la terraza de 4 mts., debió mediar una regresión que dió lugar a la formación de la duna 2 que la recubre, y cuya base también se hunde en el mar; no obstante, al poco tiempo, se produjo otra transgresión que dió lugar a la terraza del nivel de 2 mts.

Ambos niveles del Tirreniense II son asimismo bien distinguibles por su fauna, ya que en el primero abundan los *Strombus* y demás especies senegalenses y en el segundo han desaparecido los *Strombus* pero aún se encuentran algunas especies características, si bien ya en franca regresión.

Con posterioridad a la depositación de este nivel de 2 mts. tuvo lugar la regresión pre-Flandriense que dió lugar a unas dunas que encontramos en franco proceso de solidificación, y por último se encuentran próximas a 1 m. de altitud, arcillas verdosas y azuladas con *C. edule* correspondientes al máximum del Flandiense.

Finalmente se señala la existencia de un movimiento de poca amplitud, de elevación de la costa del que tenemos testimónios históricos.

BIBLIOGRAFIA

1835 MARMORA (A. DE LA).-Observations géologiquessur les deux îles Baléares.—Mem. Acd. Scienc. Serie 1, Vol XXXVIII.—Torino.

1855 HAIME (J).—Notice sur la géologie de l'île de Majorque.—Bull. Soc. Géol. de France, 2 Serie, T. XII, pp. 734-752.—París.

1897 HERMITE (H).—Etudes géologiques sur les îles Baléares Première partie: Majorque et Minorque. 362 pag. 60 fig. 4 lam.—París.

1905 HOERNES (R).—Untersuchungen der jüngeren tertiär Ablauterungen des westlichen Mittelmeeres.—Sitz der Kgl. Akad. der Wissensch. T. CXIV, pp. 637-737.—Wien.

1909 COLLET (L. W).—Quelques observations géologiques sur l'île de Majorque. — Arch. des Scienc. Phys. et Nat. 4.ª Periode, T. XXVII, pp. 598-615, 1 lam.—Génève.

1913 GIGNOUX (M).— Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile (hay una referencia al Cuaternario de Baleares). Ann. Université Lyon, Nouv. Série 1, Fasc. 36.—Lyon.

1921 DARDER (B).—Movimientos epirogénicos en Mallorca. Public. en «El Día» de 22 julio.

1922 FALLOT (P).—Etude géologique de la Sierra de Majorque (Iles Baléares). 480 pp. 214, fig. 10 lam. y 8 fot.—París-Liège.

1925 RODES (P. L.) — Los cambios de nivel en las Cuevas del Drach y su oscilación rítmica de cuarenta minutos. Mem. Acad. Cienc. y Artes 3.ª Epoca, Vol. XIX. núm. 7.—Barcelona.

1927 CARANDELL (J).—Movimientos lentos en el litoral Este de Mallorca. Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. T. XXVII, pp. 468-473, 1 fig. Madrid.

1930 DENIZOT (G).—Sur une rivage quaternaire de l'île de Majorque et sur les derniers changements de la Méditerranée occidentale. Ass. Franç. Avanc. Scienc., pp. 177-180.—París.

1932 HERNANDEZ PACHECO, (E).—Las costas de la península Hispánica y sus movimientos. Asociación Española para el progreso de las Ciencias, Congreso de Lisboa, tomo 5.° Ciencias naturales 2.ª parte pág. 114 a 116.

1935 DENIZOT, (G). Observations sur le Quaternaire moyen de la Méditerranée Occidental et sur la signification du terme Monastirien. —Bull. Soc. Géol. France.—Paris.

1946 BAUZA RULLAN, (J).—Contribución a la Paleontología de

Mallorca (Notas sobre el Cuaternario) —Estudios Geológicos, núm. 4 Madrid.

1946 Golom (G).—La Geología de Cabo Pinar, Alcudia (Mallorca) Bol. Real Soc. Esp. Nat. Tom. extraor, 1946, pp. 351-389. 7 fig. Madrid.

1948 Denizot, (G).—Leçons sur les temps quaternaires.—Cours. Univ. Montpeller Paris .

1949 Denizot, (G).—Coordination du Quaternaire de France.—Bull. Soc. Géol. de France T. LXX.—Paris.

1952 Lecointre, (G).—Recherches sur le Néogene et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc.—Paris.

1952 Bourcart, (J).—Le Quaternaire de Nice a Menton.—Soc. Géol. France.—Paris.

1952 Bourcart, (J), y Ottman, (F).—Le Quaternaire marin entre Maures et le Loup, Soc. Géol. France.—Paris.

1952 Bonifay, (E).—Plages fossiles et dunes consolidées des côtes de la Provence occidentale.—Soc. Géol. France.—Paris.

1954 Ottman, (F) y Picard, (J).—Contribution a l'étude du quaternaire des régions de Palerme et de Milazzo.—Bol. Soc. Géol. France.—Paris.

1950 Cuerda, (J) y Muntaner Darder, (A).—«Nota sobre un nuevo yacimiento hallado en Palma de Mallorca como perteneciente al Plioceno».—Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.T. XLVIII, núm. 1, pp. 61-62. —Madrid.

1951 Cuerda, (J). y Muntaner Darder, (A).—«Visita a un nuevo yacimiento cuaternario».—Bol. Soc.Hist. Nat. Baleares.—Palma.

1952 Cuerda, (J). y Muntaner Darder,(A).—«Nota sobre las playas con Strombus del Levante de la Bahía de Palma».—Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, julio—sept., pp. 1-8.—Palma.

1953 Cuerda, (J) y Muntaner Darder (A).—«Contribución al estudio de las terrazas marinas cuaternarias de Mallorca».—Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, fasc. 1.—Palma.

1954 Muntaner Darder (A).—«Nota sobre los aluviones de Palma (Mallorca)».—Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, pp. 46-48, 1 fig.—Palma.

Cuerda, (J.).—«Nota sobre un nuevo yacimiento cuaternario marino hallado en el subsuelo de la Ciudad de Palma».—Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, pp. 35-36.—Palma.

1954 BAUZA RULLAN (J.).—Formaciones cuaternarias en el Puerto de Soller.—R. Soc. Esp. de H.ª Nat. T. LI.—Madrid.

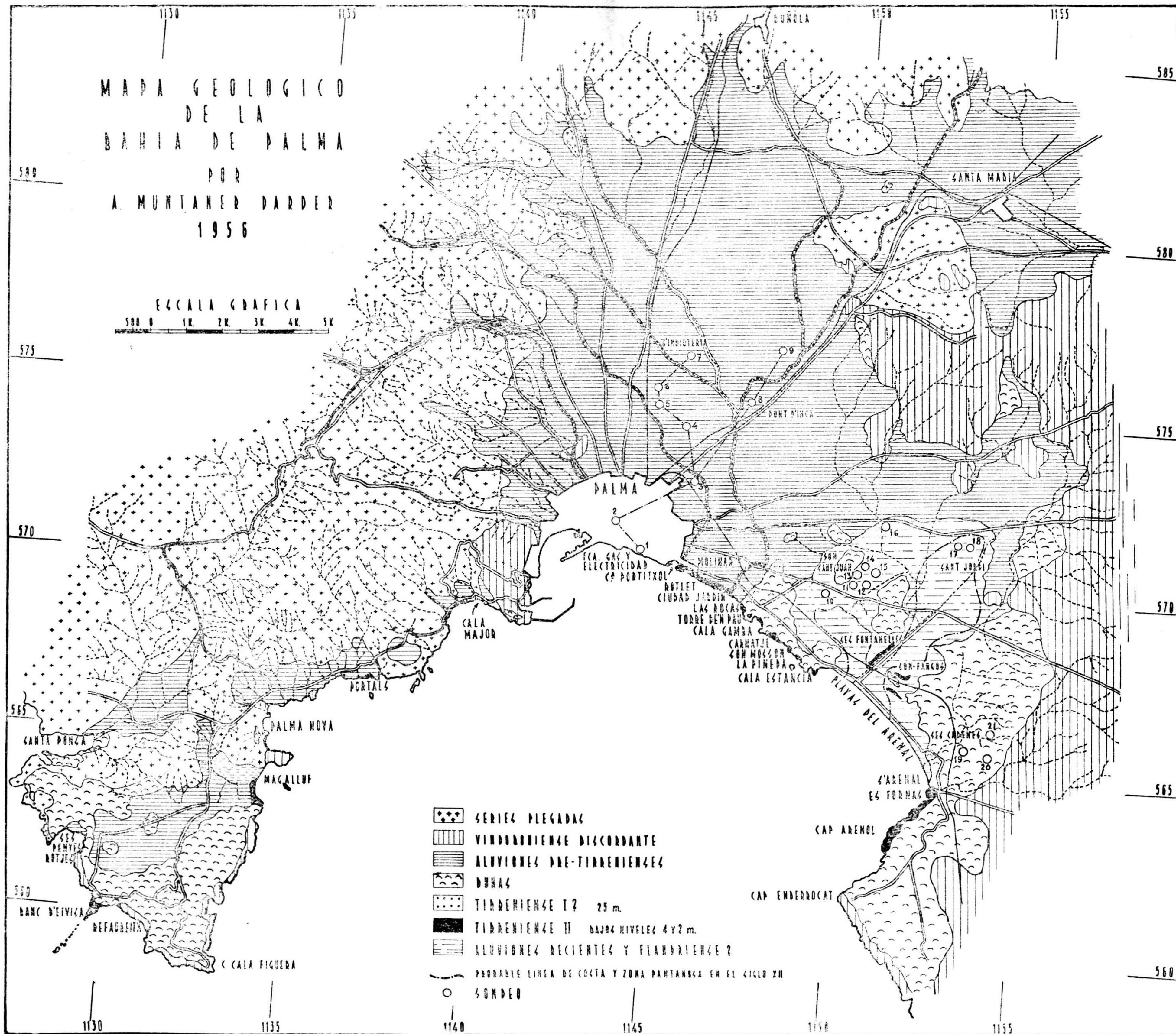
1955 MUNTANER DARDER, (A).—«Playas tirrenienses y dunas fósiles del litoral de Paguera a Camp de Mar (Isla de Mallorca)».—Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, Tom. I, pp. 42-53.—Palma.

1955 MUNTANER DARDER, (A).—«Nota preliminar sobre nuevas localidades del Cuaternario en la Isla de Mallorca».—Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, T. I, pp. 84-86.—Palma.

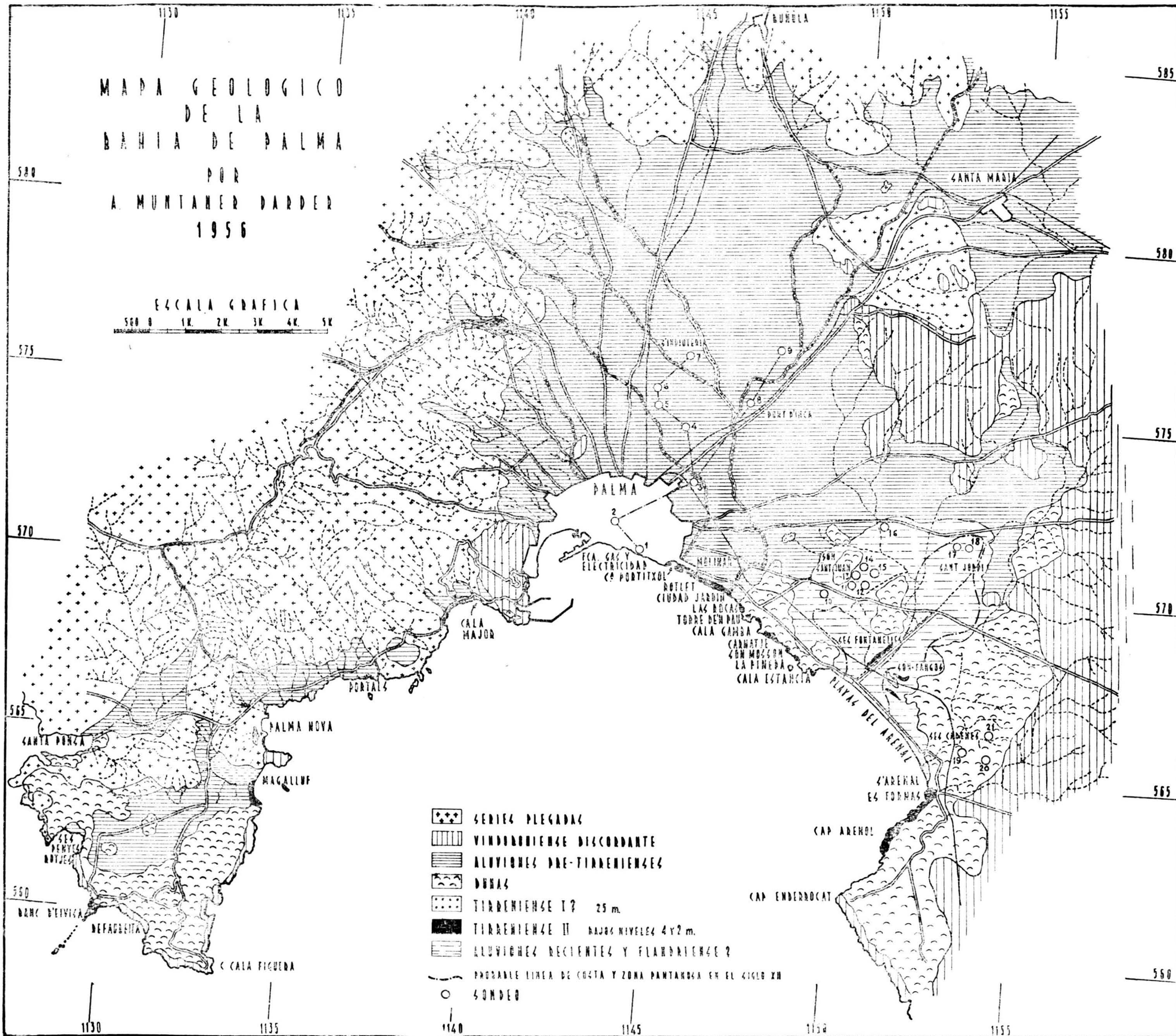
1955 CUERDA, (J).—«Notas paleontológias sobre el Cuaternario de Baleares-1».—Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, T. I, pp. 59-70, 1 lám.—Palma.

1956 MUNTANER DARDER (A) y CUERDA BARCELO (J.).—Hallazgo de un esqueleto de Myotragus balearicus en una duna cuaternaria de Capdepera.—Bol. Soc. H.ª Nat. de Baleares T.—Palma.

1956 PORTA, (J. DE).—«Bibliografía sobre el Cuaternario marino de las costas mediterráneas de España.—«Estudios Geológicos» núm. 31 pp. 301-325.—Madrid.



MAPA GEOLOGICO
DE LA
BAHIA DE PALMA
POR
A. MUNTANER DARDER
1956
ESCALA GRAFICA
500 0 1K. 2K. 3K. 4K. 5K.
SERIES PLEGADAS
VINDOBONIENSE DISCORDANTE
ALUVIONES PRE-TIRRENIENSES
DUNAS
TIRRENIENSE I ? 25 m.
TIRRENIENSE II BAJOS NIVELES 4 y 2 m.
ALUVIONES RECIENTES Y FLANDRIENSE ?
PROBABLE LINEA DE COSTA Y ZONA PANTANOSA EN EL SIGLO XII
SONDEO
BUÑOLA
SANTA MARIA
PONT D'INCA
PALMA
ECA. GAS Y ELECTRICIDAD
Cº PORTITXOL
MOLINAS
SON SANT JUAN
SANT JORDI
CIUDAD JARDIN
LAS ROCAS
TORRE D'EN PAU
CALA GAMBA
CARNATJE
LA PINEDA
CALA ESTANCIA
PLAYAS DEL ARENAL
SES FONTANELLES
SES CADENES
S'ARENAL
CAP ENDERROCAT
CALA MAJOR
PORTALS
PALMA NOVA
MAGALLUF
SANTA PONSA
BANC D'EIVISSA
C. CALA FIGUERA
1130
1135
1140
1145
1150
1155
585
580
575
570
565
560



MAPA GEOLOGICO
DE LA
BAHIA DE PALMA
POR
A. MUNTANER DARDER
1956
ESCALA GRAFICA
500 0 1K. 2K. 3K. 4K. 5K.
1130
1135
1140
1145
1150
1155
585
580
575
570
565
560
BUÑOLA
SANTA MARIA
PALMA
PONT D'INCA
ECA. GAS Y ELECTRICIDAD
Cª PORTITXOL
MOLINAR
COLLET
CIUDAD JARDIN
LAS ROCAS
TORRE DE'N PAU
CALA GAMBA
CARNATJE
SON MOSSON
LA PINEDA
CALA ESTANCIA
PLAYAS DEL ARENAL
SON SANT JUAN
SANT JORDI
SES FONTANELLES
SES CADENES
S'ARENAL
ES FORNAS
CAP ARENOL
CAP ENDERROCAT
CALA MAJOR
PORTALS
PALMA NOVA
MAGALLUF
SANTA PONSA
SES PENYES ROTJES
BANC D'EIVISSA
REFAGUEITA
C. CALA FIGUERA
SERIES PLEGADAS
VINDOBONIENSE DISCORDANTE
ALUVIONES PRE-TIRRENIENSES
DUNAS
TIRRENIENSE I? 25 m.
TIRRENIENSE II BAJOS NIVELES 4 Y 2 m.
ALUVIONES RECIENTES Y FLANDRIENSE ?
PROBABLE LINEA DE COSTA Y ZONA PANTANOSA EN EL SIGLO XII
SONDEO

EXPLICACIONES DE LAS LAMINAS

LAMINA VI

Fig. 1.—Cantera entre *Es Carnatge* y *San Mossön.*

Dd. Gran duna. S. Suelo de alteración. D2, Duna 2. Lr, Limos rosados. Df, Duna flandriense.

Fig. 2.—Cantera de *Ses Cadenas.*

Da, Duna 2?, Db y Dc, Gran duna. S. Suelos de alteración.

Sobre el primer suelo ha sido substituida la duna flandriense por sillares.

LAMINA VII

Fig. 1.—*Molinar-Rotlct.* Tirreniense II, nivel 4 mts.

Conglomerados cementados con *Strombus.*

Fig. 2.—Las Rocas, Tirreniense II. nivel 4 mts.

Conglomerados y arenas sobre la gran duna.

LAMINA VIII

Fig. 1.—Panorámica de Campo de Tiro (localidad a,). Tirreniense II, nivel 4 mts.

Dl, Gran duna con costra rojiza. La, Limos arenosos amarillentos.

Lr, Limos rojos con *Helix.* T.NA, Terraza nivel 4 mts. con costra rojiza. A. Arenas cemeutadas (duna 2 ?) con elementos rodados y limos rosados rubificados.

LAMINA IX

Fig. 1.—Campo de Tiro (localidad b,). Tirreniense II, nivel 2 mts.

En el centro casas de *Es Carnatge.*

Dl, Gran duna entre *Son Mosson* y *La Pineda.* T,N4, Terraza nivel 4 mts., T,N2. Terraza nivel 2 mts.

Fig. 2.—*La Pineda.* Dunas flandrienses con estratificación entrecruzada. En la parte superior; dunas actuales fijadas por la vegetación.

LAMINA X

Fig. 1.—Campo de Tiro (loc. b.), En el centro E, pueden observarse los fragmentos arrancados de la terraza de 4 mts. incluidos en los sedimentos de la terraza de 2 mts.

Fig. 2.—Detalle del mismo yacimiento de la figura anterior.

C, Cantos rodados de playa con *Pectunculus,* A, Arenas y gravas amarinas cementadas con *Pectunculus.*

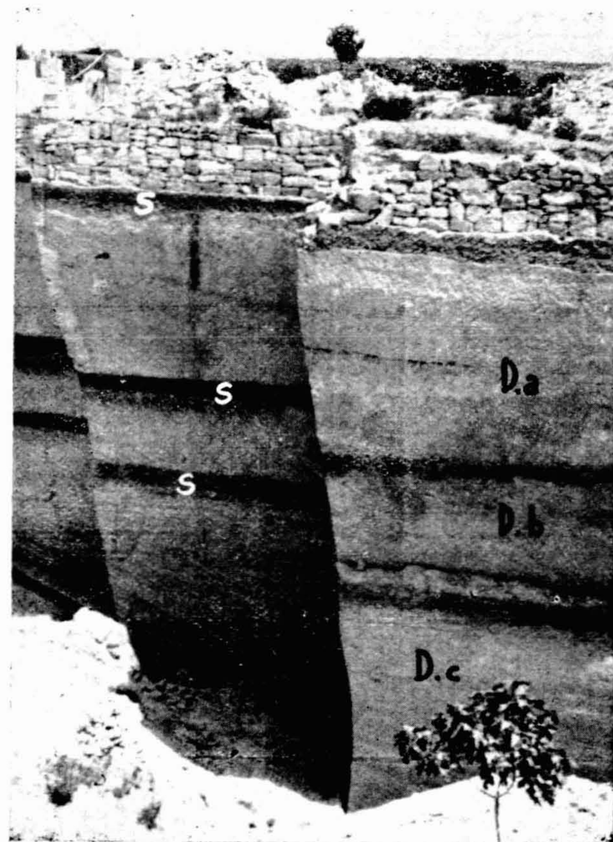
LAMINA XI

Fig. 1.—*S'Arenal.* Tirreniense II, nivel 4 mts.

Formación con *Strombus* entre la gran duna y la duna 2.

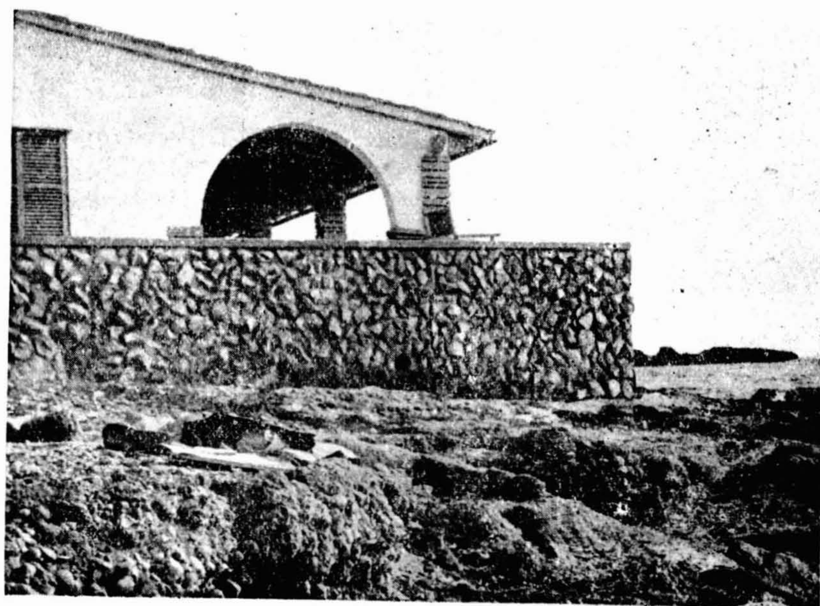
Fig. 2.—*S'Arenal: Es Fornâs.* Estratificación entrecruzada de la duna 2.





Fotos Muntaner





Fotos Muntaner

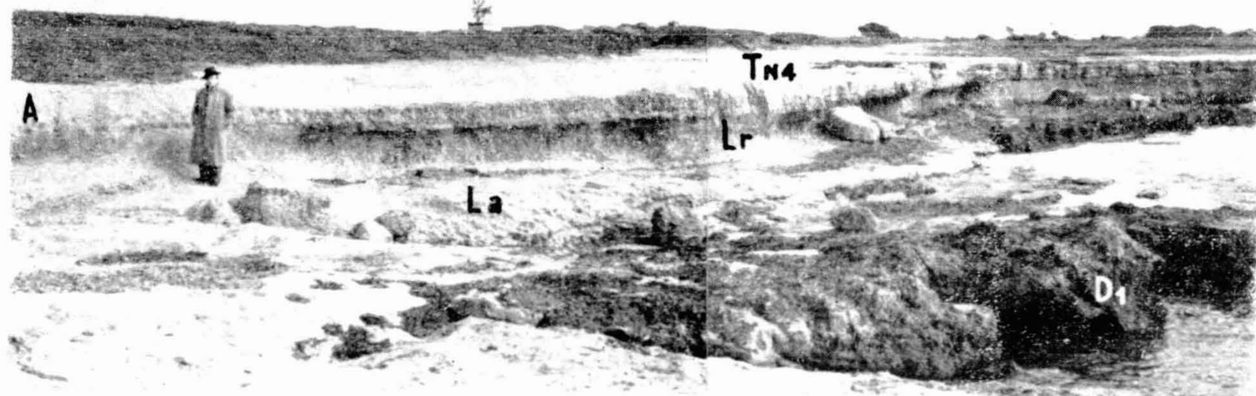


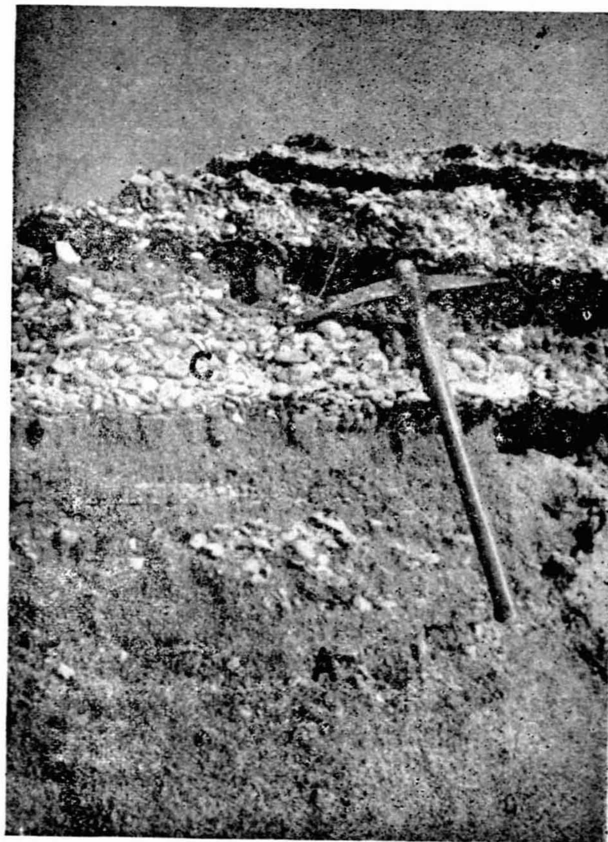
Foto Muntaner





Fotos Muntaner





Fotos Muntaner





Fotos Muntaner